

## 論文内容要約

令和元年度入学 博士後期課程

機械システム工学専攻

氏 名 笹谷 典太



論文題目 前臨床研究のための3次元蛍光X線CTの開発

第1章では、疾患の原因究明や新薬開発におけるトランスレーショナルリサーチの過程で必要不可欠な、生体内の分子の分布あるいは代謝などの生化学的・生理学的な機能情報を可視化するための分子イメージング技術を概観する。中でも、*in vivo*イメージングモダリティの主力である核医学検査手法 (SPECT・PET) の特徴と課題について述べる。

第2章では、放射光を用いたX線イメージングを形態イメージングと機能イメージングに大別した上でその原理と関連するX線の基本的な性質について触れる。機能イメージングに関しては、これまでに開発されてきた蛍光X線CTによる3次元*in vivo*イメージングの課題を明確化し、蛍光X線CTが核医学検査手法に代わるイメージングモダリティとなるための要件について述べる。

第3章では、本論文でベースとしたピンホール型蛍光X線CTのシステム構成と画像再構成アルゴリズムの詳細、及び性能評価指標について述べる。

第4章では、撮像時間と空間分解能を犠牲にすることなく1投影あたりの検出光子数を増やすため、小動物用SPECTで実用化されているマルチピンホール型の撮像方式を蛍光X線CTに適用する。また、各ピンホール、被写体の回転中心、検出器の正確な位置関係を画像再構成に組みこまなければアーチファクトが生じるため、位置関係を高精度に推定するためのキャリブレーション方法についても提案する。有効性を確認するため、蛍光X線CTの先行研究で一般的に用いられたヨウ素と、近年、前臨床研究の分野で注目されている金を造影剤元素とした撮像実験を行い、3次元*in vivo*イメージングの要件を満たす性能を実現できることを確認した。

第5章では、第4章で提案したマルチピンホール型の蛍光X線CTの性能改善に向けて、計測データのS/Nを低下させる原因となる散乱線を画像再構成の過程で補正するアルゴリズムを提案する。造影剤元素のK吸収端の直上と直下のエネルギーで取得した2種類の投影データに基づいて、造影剤濃度分布と検出器の各画素に含まれる散乱線成分の2つを同時に推定する方式で、従来技術とは異なり散乱線の観測過程のモデル化や透過CT像が不要となる。有効性を確認するため、生体試料と物理ファントムを用いた実験を行い、再構成画像の画質が改善することを定量的・定性的に確認した。さらに、従来法に比べて計測データ数が2倍になる問題に対しては、撮像時間短縮のため、少数の計測データからアーチファクトのない画像を得ることが可能な圧縮センシングを画像再構成アルゴリズムに組み合わせた手法を検討し、物理ファントム実験の結果、従来法の1/6倍の計測データ数から同等の画質を再構成できることを確認した。